Paul Strathern

Hawking e os Buracos Negros

em 90 minutos



Jorge Zahar Editor

CIENTISTAS
em 90 minutos

. . . .

por Paul Strathern

Arquimedes e a alavanca em 90 minutos
Bohr e a teoria quântica em 90 minutos
Crick, Watson e o DNA em 90 minutos
Curie e a radioatividade em 90 minutos
Darwin e a evolução em 90 minutos
Einstein e a relatividade em 90 minutos
Galileu e o sistema solar em 90 minutos
Hawking e os buracos negros em 90 minutos
Newton e a gravidade em 90 minutos
Oppenheimer e a bomba atômica em 90 minutos
Pitágoras e seu teorema em 90 minutos
Turing e o computador em 90 minutos

HAWKING E OS BURACOS NEGROS *em 90 minutos*

Paul Strathern

Tradução:
Maria Helena Geordane

Consultoria:
Carla Fonseca-Barbatti
Mestranda em física, CBPF/CNPq



SUMÁRIO

. . . .

Sobre o autor

Introdução

Vida e obra:
uma breve história de Hawking

Grandes momentos
da história do universo

Leitura sugerida

SOBRE O AUTOR

. . . .

PAUL STRATHERN foi professor universitário de filosofia e matemática na Kingston University e é autor das séries “Cientistas em 90 minutos” e “Filósofos em 90 minutos”, esta traduzida em mais de oito países. Escreveu cinco romances (entre eles *A Season in Abyssinia*, ganhador do Prêmio Somerset Maugham), além de biografias e livros de história e de viagens. Foi também jornalista *free-lance*, colaborando para o *Observer*, o *Daily Telegraph* e o *Irish Times*. Tem uma filha e mora em Londres.

INTRODUÇÃO

. . . .

Stephen Hawking tem sido comparado ao Dr. Strangelove, o monstro do clássico filme de Kubrick. E existe mais do que a óbvia ligeira semelhança. É claro que Hawking não é nenhum nazista dominado pela angústia. No entanto, aqueles que trabalharam com ele dão conta de uma intensidade semelhante de energia intelectual reprimida. O Dr. Strangelove era uma paródia da vontade de poder — mas de um tipo complexo, perspicaz, quase sempre cerebral. Ao mesmo tempo, Strangelove era também totalmente humano, possuído por sentimentos fortes e fraquezas humanas — que sua condição de paralítico nada fazia para minorar. Hawking sempre insistiu em que ele também deveria ser visto como um ser humano normal e suas atitudes justificaram plenamente essa reivindicação.

No filme, nunca se vê o gabinete de Strangelove. Se alguma locação tivesse sido necessária, o gabinete de trabalho de Hawking em Cambridge teria sido a escolha ideal — com sua silenciosa aura de concentração quebrada apenas pelo tique-taque do mecanismo acionado pelo protagonista prisioneiro da cadeira de rodas. Ao seu redor, telas de computador, um espelho a partir do qual seu rosto atento responde ao olhar do interlocutor e grandes pôsteres de Marilyn Monroe, olhando fixamente das paredes.

Essa mente isolada do mundo sente-se em casa nas distâncias remotas do universo. Ela produziu algumas das mais estimulantes reflexões cosmológicas de todos os tempos. Toda a nossa imagem do cosmo transformou-se drasticamente durante a era Hawking. O cenário que ele e seus colegas traçaram é tão criativo e belo quanto uma grande obra de arte. É também tão "impossível" quanto um sonho e de uma complexidade que excede, em muito, a compreensão cotidiana. Hawking formulou novas e sensacionais idéias sobre os buracos negros, a "Teoria de Tudo" e a origem do universo.

Tudo isso, no entanto, tem sido questionado. A cosmologia é o estudo do universo — mas será de fato ciência? (Apesar de toda a sua diabólica matemática, grande parte dela não pode ser provada.) Será a cosmologia, de alguma forma, significativa ou útil? Ou será como um conto de fadas, tão relevante para nossas vidas quanto as artimanhas dos antigos deuses gregos? As realizações de Hawking podem ser vistas como seminais para nosso entendimento da própria vida ou como um vasto empreendimento intelectual repleto de som e fúria, mas sem significado algum. Continue a ler e faça seu próprio julgamento.

VIDA E OBRA: UMA BREVE HISTÓRIA DE HAWKING

. . . .

Stephen Hawking nasceu durante os dias mais negros da Segunda Guerra Mundial. Seus pais tinham uma casa em Highgate, ao norte de Londres. A noite era tomada pelo barulho das sirenes antecipando os ataques aéreos, pelos raios cintilantes dos holofotes, pelos clarões e pelos sons abafados das bombas alemãs.

A fim de garantir um nascimento seguro para seu primeiro filho, Frank e Isobel Hawking decidiram mudar-se temporariamente para Oxford um pouco antes de ele nascer. Os alemães haviam concordado em não bombardear Oxford e Cambridge, com sua arquitetura insubstituível; em troca, os Aliados prometeram não bombardear as históricas cidades universitárias alemãs de Heidelberg e Göttingen. Como observou Isobel Hawking: "É pena que esse tipo de acordo civilizado não possa ser estendido a outras áreas." Em segurança, ela deu à luz um filho em Oxford, no dia 8 de janeiro de 1942. Por coincidência, era a data de aniversário de Galileu, que morrera há exatamente 300 anos, em 1642. Ainda por coincidência, Newton nascera mais ou menos na mesma época, naquele mesmo ano. As previsões astrológicas eram excelentes para um astrônomo — se descontarmos o fato de que esses dois campos se excluem mutuamente.

Tanto Frank quanto Isobel Hawking haviam freqüentado a Universidade de Oxford. Frank se doutorara e se dedicava à pesquisa médica, trabalhando com freqüência no exterior. A carreira de Isobel, por sua vez, fora interrompida pela falta de oportunidades — começara como uma entediada fiscal de rendas, ocupando depois vários cargos com secretária, muito pouco satisfatórios. (Ela se antecipou no tempo. Alguns anos mais tarde, Maggie Thatcher tomou posse na Associação Conservadora da Universidade de Oxford. Durante a guerra, as mulheres chegaram aos ministérios, caminhando a passos largos no serviço público. Outras fugiram da servidão doméstica para trabalhar como "camponesas" nas fazendas ou sentiram o gosto da independência nas fábricas, ocupando "empregos de homens".)

Foi como secretária que Isobel encontrou-se por acaso com Frank Hawking, que acabara de regressar de uma viagem de pesquisa médica à África. Logo se casaram e Isobel teria ao todo quatro filhos. Continuou sendo basicamente a mesma pessoa e sua atitude diante da existência iria influir na formação dos filhos.

Apesar disso, a vida de Isobel permaneceu essencialmente frustrada. Encontrou uma saída no idealismo e, a princípio adepta do comunismo, logo moderou suas posições, continuando, porém, socialista convicta. Mais tarde, participaria das primeiras passeatas CND de Aldermaston a Londres, quando tentar salvar a raça humana da autodestruição nuclear era

visto como atividade ferozmente anti-social.

Em 1950, os Hawking mudaram-se para a pequena St. Albans, agradável cidade catedral (ou vila provinciana e sufocante), aproximadamente a 49km ao norte de Londres. Frank tornou-se chefe da Divisão de Parasitologia do Instituto Nacional de Pesquisa Médica. Continuaram a viver uma vida intelectual ortodoxa, que imediatamente marcou-os como perigosamente excêntricos. A casa era atulhada de livros; a mobília pretendia antes ser confortável do que um símbolo de status; as cortinas não eram lavadas e, às vezes, sequer fechadas à noite. Os que não faziam senão bisbilhotar percebiam que a família tinha por hábito ouvir o *Third Programme* pelo rádio (teatro "liberal" e música clássica, transmitidos para os que se sentiam exilados entre os filisteus). Em suas horas ociosas, Frank chegou a escrever alguns romances (nunca publicados e considerados bobagens ridículas por sua mulher). Os modelos do jovem Stephen eram Bertrand Russell e Gandhi e não Stanley Matthews ou Max Miller.

No verão, a família costumava se amontoar no carro (um antigo táxi londrino) e partir para férias em seu *trailer*. O *trailer* ficava estacionado em uma área em Osmington, Dorset, perto de Ringstead Bay. (Desnecessário dizer, não era um *trailer* comum: o dos Hawking era de origem boêmia, pintado em brilhantes cores "ciganas".) Os Hawking não eram ricos, mas tampouco eram pobres. Do mesmo modo, não pareciam nem mais felizes nem mais infelizes do que a maioria das famílias de classe média durante essa monótona era de repressão social.

Desse lar comum surgiu um estudante de formação tipicamente comum. Aos dez anos, Stephen foi matriculado na melhor escola do lugar: a pouco ilustre St. Albans School, onde se pagava 40 guinéus por semestre. (Um guinéu equivale a £1.05; expressar o preço dessa forma é bastante significativo das pretensões da escola, que aspirava ao nível da Basil Fawlty.) Stephen era um aluno franzino, acanhado e fisicamente descoordenado: um tipo reconhecível, que se ajustava às costumeiras mediocridades ruidosas e ansiosas, excentricidades lamurientas e complicadas que enchem o *playground* de qualquer escola.

Stephen tinha-se interessado então por química e chegou a ter em casa seu próprio laboratório de ciências, que logo se transformou na típica desordem de estudante, cheio de tubos de experimentação, restos desconjuntados de experimentos há muito realizados e guias simplificados para produção de pólvora, cianureto e gás mostarda.

Tornava-se cada vez mais evidente que Stephen era bastante inteligente, mas que não estava sendo suficientemente exigido pelos ambiciosos padrões de sua escola semi-elegante. Não estudava muito e, ainda assim, ficava bem acima da média da turma — sem jamais ser o primeiro. Sua mente era aguçada, todavia falava rápido demais para ser entendido de imediato. Em casa, no seu retiro, com poucos colegas de escola, dedicava-se a inventar complicados jogos de tabuleiro. Nunca jogava por menos de cinco horas e, às vezes, nas férias, os jogos duravam uma semana inteira. Não foi surpresa que logo se encontrasse jogando principalmente contra si mesmo. Tanto a família quanto os amigos ficaram impressionados com sua capacidade de se concentrar por inteiro em algum problema intrincado, com freqüência por horas a fio, até finalmente resolvê-lo. Na opinião de sua mãe: "O jogo era quase um substituto para a vida, tanto quanto pude compreender."

Stephen parecia satisfeito nesse mundo teórico, organizado, e tentava desafiar sua estrutura até os últimos limites. Mesmo não se mostrando infeliz, não era com certeza uma pessoa

comum. Sua capacidade mental era extraordinariamente abstrata e ele parecia impelido por uma inclinação mais forte do que natural.

O campeão de prêmios na turma de Stephen, seu colega Michael, considerava-o, de forma amigável porém desdenhosa, "um pequeno e brilhante técnico". Certo dia começaram a conversar no laboratório de Stephen sobre "a vida e sobre a filosofia". Michael se considerava bastante bom no assunto, mas, à medida que a conversa prosseguia, deu-se conta de que Stephen o estava provocando, levando-o, dissimuladamente, a fazer-se de bobo. Foi um momento desalentador para Michael, que, de repente, sentiu-se esquadrinhado de uma grande altura por um observador divertido, porém distante. "Foi nesse momento que percebi, pela primeira vez, que ele era de certo modo diferente, e não apenas brilhante, não apenas talentoso, não apenas original, mas excepcional." Tornou-se consciente também de uma "arrogância dominadora, uma percepção soberana do que o mundo significava". O pequeno e brilhante técnico tinha evidentemente gasto bastante tempo pensando: tentando decifrar tudo o que dizia respeito ao mundo.

Essa era a tarefa à qual a filosofia havia de início se proposto: a cosmologia. A palavra grega antiga para universo era *kosmos*, que também significava "ordem". A palavra cosmético vem da mesma raiz. Para os antigos gregos, a ordem do mundo trazia em si a idéia de beleza. Hoje, a cosmologia desprendeu-se de seus limites filosóficos indistintos e limita-se ao estudo da estrutura do universo. Mas a descoberta da ordem em sua imensidão quase infinita ainda pode evocar um sentido de beleza e milagre filosófico, sobretudo na cabeça de um jovem excepcionalmente reflexivo e perspicaz, preso à abstração e capaz de concentração extrema em sua determinação de pensar os fundamentos das coisas.

Os talentos ocultos de Hawking precisavam de uma sacudidela, antes de emergir à luz do dia, o que acabou acontecendo quando ele tinha 16 anos e estava concluindo o segundo grau. Em 1958, o pai de Stephen foi nomeado para um cargo de pesquisador na Índia. A família decidiu transformar o fato em aventura e foi de carro (de fato, uma expedição ousada para a época). Mas houve uma grande decepção: a expedição não incluiria toda a família. Stephen teria que ficar para prestar os exames do segundo grau, ficando hospedado com a simpática família de vizinhos, os Humphrey.

A atitude da sra. Hawking foi bastante britânica. "Ele passou uma temporada agradável com os Humphrey e nós nos divertimos muito na Índia." E assim parece ter sido, embora tivesse havido um sintomático aumento da excentricidade de Stephen. Em um episódio hilariante, os Humphrey perderam um carrinho cheio de sua melhor louça. Nas recordações da Sra. Humphrey: "Suponho que todos tenham rido, mas após uma pausa Stephen riu mais alto do que qualquer outro."

O abandono pela família, independentemente de qualquer outro efeito, foi suficiente para impelir o intelecto Hawking para a vida. Seu pai queria que estudasse biologia, com o objetivo de vê-lo como seu sucessor na medicina. Stephen estava mais interessado em matemática, na qual era melhor — mas seu pai a considerava um beco sem saída, que só poderia terminar no magistério. No final, fizeram um acordo: Stephen estudou matemática, física e química. Dedicou-se aos estudos do segundo grau e também fez uma tentativa nos exames de admissão para Oxford, com o objetivo de ter melhor chance no ano seguinte.

Inesperadamente, Stephen saiu-se tão bem nestes exames que logo recebeu uma bolsa de estudos.

Com a idade de 17 anos, Stephen Hawking chegou à Universidade de Oxford para estudar ciências naturais, com ênfase em física. A ausência da matemática não indicava maiores concessões. Ao contrário, Hawking passara a considerar a matemática como a própria chave para a compreensão do universo como um todo. O cosmo em si permanecia sua preocupação mais profunda.

Vários dos outros calouros tinham cerca de um ano e meio mais que Stephen, de 17 anos, e o restante, aproximadamente três anos mais, tendo completado dois anos de serviço militar. Stephen, usando óculos, de estrutura frágil, sentia-se jovem, *gauche* e distanciado de tudo. Passou a maior parte do primeiro ano em seus aposentos — não estudando, apenas se entediando e se perguntando como ser aceito pelos outros. Era jovem demais até mesmo para ir aos *pubs*. À noite, bebia silenciosamente um engradado de cerveja em seu quarto, enquanto devorava ficção científica, o que lhe suscitou várias perspectivas loucas, cheias de imaginação e com freqüência doentias do universo, mas dificilmente terá estimulado seus interesses acadêmicos. Com sorte, conseguia estudar uma hora por dia.

O interesse de Hawking se concentrava no mundo mais amplo em torno dele, e isso ele estudou aplicadamente, chegando a fazer observações noturnas. Ele não podia deixar de perceber suas propriedades singulares, sua maneira intrigante de se comportar e suas instigantes possibilidades. No início do segundo ano, Hawking estava pronto para entrar nesse mundo. Tinha o cabelo ousadamente longo (à moda dos anos 50), desenvolveu um humor refinado e, em certa medida, adquiriu a aparência de um dândi. O patinho feio desabrochou, perambulando pelas festas, participando da vida social com a mesma tranqüila autoconfiança de um ator-modelo bem ensaiado. Chegou a fazer parte do time de remadores do clube náutico, tornando-se timoneiro do oito de sua universidade.

Quando Hawking se dispunha a fazer alguma coisa, o fazia com absoluta determinação. Uma vez mais, parecia ter aplicado aquela “arrogância dominadora ... um sentido altaneiro do que o mundo significava” — que tanto chocara seu colega Michael, indicando algo excepcional em seu caráter. Mas sua qualidade assustadora não era tanto a “arrogância dominadora”, mas a autoconfiança, induzida por uma vontade férrea.

No entanto, o cerne dessa vontade permanecia limitado. Hawking não era exigido por seu curso e trabalhava apenas uma hora por dia. Apesar disso, seu orientador acadêmico o Dr. Robert Berman, lembrava-se: “Ele foi obviamente o aluno mais brilhante que jamais tive.” Acrescentando: “Não sou convencido o bastante para pensar que lhe ensinei alguma coisa.” Esses comentários exagerados trazem a marca de um reconhecimento tardio. No entanto, pouca dúvida existe de que Hawking era tido como excepcional, nem que fosse pelo fato de parecer desafiar o princípio de conservação de energia (a quantidade que se obtém de alguma coisa não pode exceder a quantidade de trabalho que se dedica a ela).

Hawking era cheio de si — tanto social quanto intelectualmente. Não via sentido em disfarçar sua excepcional capacidade mental: tamanha arrogância só fazia aumentar sua fama. Apesar de seu desempenho escolar, decidiu que queria prosseguir os estudos, desenvolvendo uma pesquisa a nível de pós-graduação em cosmologia. Assim, candidatou-se a uma vaga em Cambridge, para estudar com Hoyle, o maior cosmólogo da época, e foi aceito, sob a

condição de obter o título *Magna cum laude*. Sem problema.

Não foi senão no último momento que a autoconfiança de Hawking falhou. Passou a noite insone, na véspera dos exames finais e, conseqüentemente, respondeu mal uma série de questões. Suas notas ficaram no limite entre um *Magna cum laude* e um *cum laude*. Como era praxe nesses casos, foi convocado para uma entrevista para decidir seu destino. Já então sua auto-estima característica estava de volta. Quando indagado sobre seus planos, respondeu: "Se conseguir o primeiro lugar, irei para Cambridge. Se ficar em segundo, permanecerei em Oxford. Espero, portanto, que me dêem o primeiro." Segundo o Dr. Berman: "Eles foram inteligentes o suficiente para compreender que estavam falando com alguém muito mais talentoso do que a maioria deles próprios." Hawking conseguiu o primeiro lugar e no outono de 1962, aos 20 anos, chegou ao Trinity Hall, Cambridge.

Sua chegada a Oxford tinha sido bastante ruim: a chegada a Cambridge foi muito pior. Para começar, descobriu que Hoyle finalmente decidira não aceitá-lo. O assistente de Hoyle fora designado seu orientador. O orgulho de Hawking foi ferido: jamais esqueceria essa manifestação de desdém. Na pós-graduação de Cambridge, Hawking não era mais o astro que fora entre os estudantes de graduação de Oxford. Cambridge possuía *verdadeiros* astros na área científica e estava habituada a eventos da maior importância nesse campo. Crick e Watson haviam descoberto a estrutura do DNA no Laboratório de Cavendish, em Cambridge, e receberam o Prêmio Nobel semanas após a chegada de Hawking. Ao mesmo tempo, Kendrew e Perutz, também do Cavendish (e ainda residentes), ganharam o Nobel de Química. Até mesmo no pequeno mundo do Departamento de Matemática Aplicada e de Física Teórica (DAMTP), Hawking logo começou a perceber que as coisas iam mal. Uma hora de estudo por dia deixava pouco tempo para qualquer trabalho de base e a falta de fundamentos matemáticos sólidos logo se tornou evidente nele.

Mas essa era apenas a ponta visível do iceberg. Em seu último ano em Oxford, Hawking havia caído de uma escada e atingido a cabeça. Em decorrência disso, sofrera uma ligeira perda de memória. Seus amigos suspeitaram de alguma travessura etílica, mas aquela não fora a única vez que caíra de uma escada. Uma vez ou outra também encontrara dificuldades para amarrar o cadarço dos sapatos. Hawking aprendeu a ter cuidado com escadas, mas os últimos sintomas persistiram.

Quando voltou para casa, no final do primeiro semestre, seu pai decidiu levá-lo a um hospital para um *check-up*. O resultado superou os piores pesadelos. O diagnóstico de Hawking foi esclerose lateral amiotrófica (ALS), mais conhecida como doença neuro-motora.

A ALS é uma doença progressivo-degenerativa das células nervosas na medula espinhal e no cérebro. Essas células controlam a atividade muscular e, à medida que a doença progride, os músculos se debilitam, resultando em imobilidade e, no final, até mesmo em ausência da fala. O corpo é reduzido ao estado vegetativo, mas a mente continua absolutamente clara e ativa. Enquanto isso, qualquer comunicação torna-se impossível. A morte ocorre, via de regra, em poucos anos. Nos estágios finais, o paciente é tratado com morfina, para contrabalançar os efeitos da depressão e do terror crônicos.

A reação de Hawking foi típica de sua educação e de seu caráter. "A constatação de que eu tinha uma doença incurável, que provavelmente iria me matar em alguns anos, foi de fato

um choque. Como poderia alguma coisa desse tipo me acontecer?” A reação de sua mãe foi menos suave. Consultou o maior especialista da London Clinic, o qual no entanto informou-lhe de forma imponente: “Não há nada de fato que eu possa fazer. Em suma, é isso.”

Apesar das palavras corajosas de Hawking, ele estava profundamente afetado. Uma jovem que o havia encontrado em uma festa de *réveillon*, pouco antes de ele ir para o hospital, ficara um tanto impressionada com o intelectual desleixado e obstinado. Quando ela o viu mais tarde, “estava realmente num estado bastante patético. Acho que tinha perdido a vontade de viver”. Hawking retornou a Cambridge e mergulhou em um estado de depressão mórbida. Por meses a fio, poucas vezes abandonou seu refúgio. Tudo o que emanava de seu quarto eram o troar dos discos de Wagner e garrafas vazias de vodka.

Pouco a pouco, porém, as nuvens da autopiedade começaram a se dissipar. A jovem que o havia conhecido na festa de *réveillon* fora visitá-lo em Cambridge. Tinha apenas 18 anos e seu nome era Jane Wilde. Estava estudando para os exames de segundo grau em St. Albans e planejava ir para a Universidade de Londres, mais tarde, naquele mesmo ano.

Jane era tímida. Quando Hawking lhe contara que estava estudando cosmologia, precisou depois consultar o dicionário. (Os gênios não *explicavam* essas coisas.) Jane acreditava em Deus e era otimista por natureza. Tudo tinha uma finalidade; e, independentemente do quão ruim todas as coisas pudessem parecer, algo bom sempre poderia surgir delas. Hawking há muito abandonara qualquer crença em Deus, mas a atitude de Jane o comoveu. Ele era obstinado, sempre fora obstinado: este tinha sido seu segredo. Por que haveria de mudar agora?

“Antes de meu estado ter sido diagnosticado, estava bastante aborrecido com a vida”, lembrou-se. “Não parecia existir qualquer coisa digna de ser feita.” Agora, no entanto, tudo era diferente. “Sonhei que ia ser executado”, recordou. “De repente, me dei conta de que havia muitas coisas que valia a pena fazer, caso a sentença fosse suspensa.” Ele estava convalescendo — mentalmente, pelo menos. Fisicamente, a perspectiva não era tão boa.

A ALS não progride de forma regular. Cada agravamento dos sintomas é, via de regra, seguido de um equilíbrio, de uma estabilização que pode, algumas vezes, persistir por um tempo surpreendente. Os médicos haviam informado a Hawking que a doença entrara num desses períodos estáveis, mas os prognósticos revelaram-se falsos. O mal continuou a progredir e, após alguns meses, Hawking foi obrigado a usar uma bengala para se locomover. Os médicos deram-lhe, então, menos de dois anos de vida. Parecia não ter muito sentido iniciar uma tese de doutorado, já que estaria morto antes de poder finalizá-la.

Hawking continuou a encontrar Jane, mas recusou-se a permitir que qualquer vestígio de sentimentalismo interferisse na amizade. Abominava a piedade e estava decidido a permanecer tão independente quanto pudesse, durante o maior tempo possível. Sentia-se um ser humano normal e assim queria ser tratado. Considerava Jane “uma jovem muito agradável”, e ela, em silêncio, admirava sua coragem. Era essa admiração mútua, mais que o sentimento, que os fazia compreender que o impossível podia ser possível. Segundo Jane, ambos chegaram à compreensão de “que juntos poderíamos fazer de nossas vidas algo que valesse a pena”.

Finalmente, ficaram noivos. Para Hawking, isso “fez toda a diferença”. Agora ele tinha

por que viver. Se ia se casar, no entanto, precisava de um emprego. E, se necessitava de um emprego, tinha que obter o PhD.

A autoconfiança de Hawking voltou e ele começou a pensar sobre um tema adequado para sua tese. Considerava-se um homem de sorte. A cosmologia não exigia instrumentos, a não ser telescópios, e não abrangia experiências que dependessem de destreza física ou manual. O único elemento de que necessitava *inteiramente* era seu cérebro, uma das poucas partes de seu corpo que não seriam afetadas pela doença.

Em 1965, aos 23 anos de idade, Hawking começou seu PhD e em julho casou-se com Jane. No outono daquele mesmo ano, Jane foi para Londres, a fim de completar seu último ano de universidade, voltando a Cambridge nos fins de semana. Hawking mudou-se para uma pequena casa com terraço, a apenas cem metros do Departamento de Matemática Aplicada e Física Teórica e gastou parte do dinheiro do casamento em um triciclo, a fim de que pudesse dirigir até o observatório fora da cidade.

A enorme vontade de Hawking fora estimulada, e seu cérebro estava totalmente concentrado, com o mínimo de distração. E assim precisava ser. Pois os problemas a que agora pretendia se dedicar estavam entre os mais complexos e ambiciosos de toda a cosmologia.

Por muitos anos, a cosmologia tinha sido considerada quase uma pseudo-ciência e, como tal, naturalmente atraíra um bom número de pseudo-cientistas. Idéias extraordinárias sobre o universo, apoiadas em números generosos e inverossímeis, haviam conseguido atrair os olhos do público (e confundir sua cabeça). Essas idéias eram os dinossauros da ciência moderna: grandiosas, simplistas e condenadas à extinção. Os verdadeiros cientistas preferiam a ciência verdadeira, que podia ser provada ou contestada mediante experimentação. Do público iludido só se podia esperar que perdesse o fôlego, reverenciando as últimas novidades sobre o universo. Não se exigiam objeções.

No começo dos anos 60, tudo isso tinha começado a mudar. As grandes descobertas do início do século XX — a relatividade e a teoria quântica — haviam modificado nossa visão tanto do mundo sub-atômico quanto do universo. A relatividade significava que o espaço era curvo e que o universo tinha um limite. Só que agora a relatividade e a teoria quântica estavam sendo rigorosamente aplicadas à essência do universo, fosse na escala sub-atômica, fosse na escala galáctica. Que efeito tiveram essas idéias sobre o vasto e contínuo experimento que *constituiu* o universo? As respostas eram — e continuam a ser — mais extravagantes do que as mais extravagantes quimeras do mundo científico. Quem poderia ter concebido a existência de buracos negros, brechas invisíveis no universo, onde o espaço e o tempo simplesmente desapareciam?

Hawking percebera que a relatividade não se harmonizava com a física no nível quântico e era incapaz de explicar os buracos negros. Suas pesquisas sobre as implicações desses fenômenos iriam produzir resultados sensacionais.

Surpreendentemente, a existência dos buracos negros (embora não com essa denominação) tinha sido prognosticada desde 1783, por John Michell, que por acaso era também um dos mais conceituados sábios da astronomia da época. (Além dos buracos negros, ele também sugeriu a natureza das estrelas duplas e fez algumas conjecturas extraordinariamente

perspicazes sobre as distâncias estelares.)

Michell deu a entender que, se uma estrela fosse suficientemente grande e densa, nenhuma luz seria capaz de emanar de sua superfície. Suas observações sobre o céu levaram-no a teorizar que o universo continha um número considerável dessas estrelas, cuja presença podia ser detectada por seu efeito gravitacional sobre estrelas ou planetas próximos e visíveis.

Essa idéia foi recuperada nos primeiros anos do século XX pelo astrônomo alemão Karl Schwarz-child. Durante uma passagem pelo *front* russo, em 1916, ele começou a elaborar as implicações da recém-publicada teoria da relatividade geral, de Einstein, que afirmava que os raios de luz podiam ser curvados pela atração gravitacional. (A vida no *front* russo era quase tão perigosa e desconfortável quanto nas trincheiras do *front* ocidental, mas devia existir algo intelectualmente estimulante no ar: precisamente ao mesmo tempo, um pouco mais abaixo, o austríaco Ludwig Wittgenstein formulava as idéias que iriam transformar a filosofia do século XX.)

Schwarzchild demonstrou que certas coisas acontecem quando uma estrela colapsa pela força de sua própria gravidade. Segundo a teoria de Einstein sobre a influência da gravidade sobre a luz, depois de um certo ponto o efeito da força gravitacional aumentará de tal forma que nada, nem mesmo a luz, será capaz de sair de seu campo gravitacional. Esse ponto é alcançado quando a estrela se reduz a um determinado raio, dependente de sua massa. Esse raio é o ponto onde uma estrela que colapsa se transforma em um buraco negro. (No caso do Sol, cujo raio atual é de 700.000 km, ele se tornaria um buraco negro se seu raio fosse reduzido a 3 km.) Schwarzchild provara, por meio da relatividade, aquilo de que Michell apenas suspeitara.

Curiosamente, Einstein recusou-se a aceitar as descobertas de Schwarzchild — embora fossem baseadas em sua teoria. Apesar disso, o raio crítico em que uma estrela se torna um buraco negro é hoje conhecido como o Raio de Schwarzchild.

Um ano mais tarde, Einstein teve suas idéias em cosmologia novamente refutadas, agora pelo astrônomo russo Aleksandr Friedmann, que desenvolvia seu trabalho em Petrogrado. Enquanto a Revolução Russa acontecia do lado de fora de sua janela, Friedmann concluía que a idéia de Einstein de um universo estático era incorreta. Ao longo da formulação de seus cálculos, Einstein admitira uma “constante cosmológica”, que denominou *lambda* (Λ), que dava como efetivamente provada a questão de o universo ser ou não estático. Friedmann mostrou que não havia justificativa para essa suposição.

Friedmann levantou a ousada hipótese de que o universo continha uma nuvem de matéria uniformemente rarefeita. (Descobertas modernas confirmaram que essa suposição ousada se aplica a muitos cálculos macrocósmicos, apesar das discrepâncias óbvias.) Trabalhando a partir desse modelo, e de uma versão adequadamente modificada dos cálculos de Einstein, Friedmann foi capaz de mostrar que o universo deve de fato estar se *expandindo*. Mais uma vez, Einstein optou por discordar.

As hipóteses teóricas de Friedmann foram confirmadas por observações realizadas em 1928 pelo astrônomo americano Edwin Hubble (cujo nome foi dado ao telescópio espacial). Não ciente das teorias, fossem de Einstein ou de Friedmann, Hubble começou a estudar o desvio para o vermelho de mais de uma dúzia de galáxias diferentes, usando o telescópio de

2,5 metros, em Mount Wilson. (O desvio para o vermelho é um deslocamento de linhas no espectro, indicando a velocidade em relação ao observador.) Hubble descobriu que a velocidade em que essas galáxias retrocediam tornava-se maior à medida que ficavam mais distantes da Terra. Essa foi a primeira evidência prática de um universo em expansão.

O próximo passo teórico importante foi dado cinco anos mais tarde e, da mesma forma, procedeu da Rússia. Os expurgos de Stalin estavam, então, a pleno vapor. Talvez fosse possível a um cientista estudioso ignorar a Revolução Russa que acontecia do lado de fora de sua janela, mas o Terror de Stalin era diferente. Homens em espessos casacos de couro batiam nas portas e exigiam entrar — ainda que o dono da casa estivesse extremamente ocupado em cálculos cosmológicos. Depois dos generais e dos chefes de partidos, os melhores cientistas eram então muito requisitados para desempenhar papéis nos julgamentos públicos.

O físico teórico Lev Landau sabia que se encontrava em situação muito difícil: não apenas acabara de retornar de um período de trabalho no exterior, como também era judeu. Landau decidiu que sua única esperança era conseguir renome mundial, de forma que sua presença entre as testemunhas (e conseqüente desaparecimento) se constituísse em constrangimento para a utopia soviética. Escreveu às pressas um artigo revelando algumas idéias cosmológicas sensacionais, sobre as quais estivera refletindo por muito tempo, e o enviou, via expressa, a seu colega, o grande físico Niels Bohr, em Copenhague. Na carta anexa, Landau pedia um favor a Bohr. Se julgasse o artigo bom, que usasse sua influência para que fosse publicado na *Nature*, o maior periódico científico internacional.

Algum tempo depois, Bohr recebeu um telegrama do jornal oficial do partido, o *Izvestia*, indagando se o artigo de Landau tinha alguma qualidade. Bohr não tivera tempo para lê-lo, mas rapidamente entendeu a situação. Remeteu uma mensagem de exagerados elogios a Moscou e garantiu a publicação do artigo na *Nature*. (Apesar disso, Landau foi preso em 1938 — embora logo liberado, quando se descobriu tratar-se de um "equívoco".)

Landau estivera especulando durante alguns anos sobre como as estrelas produziam energia suficiente para explicar seu grande calor. No artigo publicado na *Nature*, ele teorizava que o centro de uma estrela era ocupado por uma estrela superdensa constituída, em grande parte, de partículas subnucleares nãocarregadas, conhecidas como nêutrons. (Uma estrela como o Sol conteria uma estrela de nêutrons de cerca de 1/10 de sua massa, limitada, porém, a um raio de apenas 1km.) O calor excessivo emanado de uma estrela era gerado pela absorção interna de gás da estrela de nêutrons.

O artigo de Landau havia sido escrito com alguma pressa e foi publicado antes que ele tivesse tido tempo de formular suas idéias de forma adequada. Esse artigo foi lido pelo exímio físico americano Robert Oppenheimer e seu brilhante assistente Hartland Snyder, que antes trabalhara como motorista de caminhão em Utah.

Oppenheimer e Snyder encontraram muitas falhas no artigo de Landau, mas desenvolveram sua idéia original. Segundo eles, quando uma estrela grande exauria seu combustível nuclear e se extinguia, ela então implodia devido à sua própria atração gravitacional. Num determinado ponto, ela se contraía a um raio crítico, onde até mesmo os raios de luz eram incapazes de escapar de sua superfície. Nesse ponto, a estrela se isolava do resto do universo e um "horizonte de eventos de mão-única" se desenvolvia. As partículas e a radiação conseguiriam entrar, mas nada poderia sair. Uma singularidade espaço-temporal então se formaria, onde as

dimensões do espaço, e a dimensão a elas vinculadas, que seria o tempo, simplesmente desapareciam. Era impossível dizer o que acontecia dentro desse horizonte e Oppenheimer recusou-se até mesmo a especular sobre o assunto.

Oppenheimer e Snyder tornaram públicas suas descobertas na *Physical Review*, em 1º de setembro de 1939, o dia em que Hitler invadiu a Polônia, precipitando a Segunda Guerra Mundial. Na mesma edição da *Physical Review*, Niels Bohr e o físico americano John Wheeler publicaram um artigo sobre como obter a fissão nuclear (ou seja, o mecanismo necessário para produzir a bomba atômica). Por coincidência, Oppenheimer iria dirigir o Projeto Manhattan, que desenvolveu a primeira bomba atômica. Exatamente no mesmo dia em que começou a Segunda Guerra Mundial, publicava-se o método mediante o qual seu fim seria decretado — em um artigo escrito pelo homem que tornaria isso possível. Durante algum tempo, entretanto, o artigo de Oppenheimer foi amplamente ignorado: o mundo tinha então algo mais importante do que o universo com que se preocupar.

Wheeler iria afinal desenvolver a bomba de hidrogênio, mas, após concluir seus estudos sobre como destruir o planeta Terra, voltou sua atenção para o universo. Felizmente, a cosmologia dizia respeito ao holismo e não aos holocaustos, embora Wheeler ainda tenha conseguido introduzir certos assuntos inconclusos de seu campo de trabalho anterior. Wheeler era extremista de direita, posição americana ortodoxa nos anos 50, a era do anticomunismo mccarthista de caça às bruxas. Oppenheimer, por outro lado, dormira uma vez com uma comunista — o que significava que, a despeito de ganhar a guerra produzindo a bomba A, era, obviamente, espião comunista. Wheeler tampouco aprovava as idéias cosmológicas de Oppenheimer, mas foi finalmente obrigado a admitir que poderia haver algo de novo em sua idéia de uma singularidade espaço-temporal existente dentro de um horizonte de eventos numa única direção. Wheeler, de fato, iria ainda mais longe, a ponto de batizar esse "objeto completamente colapsado gravitacionalmente": ele o chamaria "buraco negro". Talvez inevitavelmente, Wheeler não pudesse concordar com tudo o que Oppenheimer dissera. Wheeler sustentava que *era* possível descrever o que acontecia num buraco negro. Isso acarretaria a união da relatividade e da física quântica.

No início dos anos 60, porém, muitos ainda duvidavam da própria existência dos buracos negros (que, de fato, não foram nomeados até 1969). Na realidade, as piores suspeitas políticas de Wheeler devem ter se delineado quando um grupo de cientistas soviéticos anunciou que havia provado que as singularidades espaço-temporais (buracos negros) não poderiam existir de forma alguma. De acordo com os soviéticos, essas singularidades espaço-temporais eram simplesmente uma conjectura teórica equivocada, possível apenas caso se admitisse que as grandes estrelas que colapsam implodiam de maneira simétrica. Somente dessa forma o campo gravitacional se concentraria em um único ponto, provocando uma singularidade espaço-temporal. Sem essa simetria improvável, não haveria singularidade. Abracadabra: não há buracos negros.

Como podemos ver, a cosmologia no início dos anos 60, quando Hawking entrou em cena, encontrava-se em estado altamente fluido. De fato, a ortodoxia prevalecente em Cambridge ainda era a favor da teoria do "estado estacionário" proposta por Hoyle, segundo a qual o universo não tivera início e não teria fim, sempre existira — sua densidade média geral

permanecendo sempre constante, ou seja, em um estado estacionário. Foi Hoyle quem, nos anos 50, apelidou pejorativamente a noção oposta de teoria do "Big Bang", ridicularizando sua idéia de criação como "uma jovem saltando de dentro de uma torta".

No entanto, a teoria do estado estacionário de Hoyle exigia truques bem similares. Como poderia ele explicar a expansão do universo, que havia de fato sido observada por Hubble? Para superar essa questão menor, Hoyle propôs que estrelas e galáxias estariam com efeito sendo continuamente criadas fora do espaço. Mas como? Segundo Hoyle, essa seria apenas uma das propriedades do espaço. (E, para compensar isso, estrelas e galáxias estariam também continuamente desaparecendo no vasto e negro abismo.)

Hoyle era incansável e, algumas vezes, mais do que um precipitado propagandista de sua teoria do estado estacionário. Em uma ocasião que se tornou famosa, pronunciou um discurso na Royal Academy, em Londres, antes de ter concluído os cálculos que apoiariam suas afirmações. Sem que Hoyle tivesse tido conhecimento, os dados preliminares tinham sido mostrados a Hawking, que havia detectado neles uma série de anomalias. Hawking decidiu comparecer à Royal Society para ouvir o discurso de Hoyle, que foi recebido com grande entusiasmo. Hoyle perguntou então se havia alguma questão. Um frágil estudante de pós-graduação, usando óculos, lutou para se pôr de pé, com a ajuda de uma bengala. A ilustre platéia, que incluía vários destacados cientistas, virou-se para examinar o recém-chegado, que cometera a temeridade de questionar a Famosa Personalidade.

"A quantidade sobre a qual está falando diverge", disse Hawking.

Um murmúrio nervoso partiu da platéia: se aquilo fosse verdade, o discurso de Hoyle não faria sentido.

"Claro que não diverge", respondeu Hoyle, com desprezo.

"Diverge", insistiu Hawking.

"Como você sabe?"

"Porque fiz os cálculos", declarou Hawking, com simplicidade.

Algumas risadas surgiram na platéia. Hoyle ardia de raiva. Quem era aquele jovem pretensioso e arrogante?

Hawking irrompera no cenário cosmológico com força total.

O problema, porém, do que acontecia dentro de um buraco negro ainda permanecia. Os que adotavam o ponto de vista não simétrico das estrelas que colapsam, semelhante ao defendido pelos soviéticos, haviam começado a desenvolver um novo cenário, segundo o qual a estrela implodiria de forma tão irregular e poderosa, que simplesmente "passaria voando por ela própria", expandindo-se novamente.

Esse problema foi atacado por um jovem matemático britânico chamado Roger Penrose. Ele aplicou seus métodos matemáticos recém desenvolvidos em topologia ao problema das estrelas que colapsam e chegou a alguns resultados intrigantes. De acordo com seu Teorema de Singularidade, a estrela que colapsa se comportaria exatamente como Wheeler previra, formando uma singularidade onde o tempo cessaria e as leis da física não mais seriam aplicáveis. E ainda que ela implodisse de maneira irregular, a matéria, nesse caso, não passaria voando por ela mesma para expandir-se novamente. Uma grande estrela que colapsa implodiria em seu horizonte de eventos, onde se tornaria um buraco negro. (Para uma estrela dez vezes maior do que o Sol, isso aconteceria quando seu raio se reduzisse a 30km.) Mas,

Penrose estabeleceu que, além desse ponto, a estrela colapsada *continuaria* a encolher, de acordo com o quadro já estabelecido pela teoria da relatividade geral. A medida que o campo gravitacional se intensificasse, toda a luz, a matéria e o espaço-tempo continuariam sendo tragados para dentro dele, com intensidade sempre crescente. Na realidade, continuaria a encolher com intensidade de tal forma crescente que, no final, teria volume zero e densidade infinita. Em outras palavras, desafiaria as leis da gravidade, na medida em que teria massa, mas não dimensão. Da mesma forma, o espaço-tempo e a luz não seriam apenas tragados para dentro de um buraco, mas se entrelaçariam compacta e infinitamente, até o ponto em que desapareceriam.

Tudo isso aconteceria *dentro* do horizonte de eventos e permaneceria, assim, sem possibilidade de observação. Mas, o horizonte de eventos não encolheria ou implodiria de maneira alguma: permaneceria o mesmo — até o ponto em que a estrela a implodir se tornasse um buraco negro. (Por exemplo, o horizonte de eventos para uma estrela dez vezes maior do que o Sol seria mantido em um raio de 30 km, enquanto dentro dele a própria estrela se reduziria a infinita pequenez e densidade.)

Hawking começou a estudar as idéias de Penrose detalhadamente e, à medida que o fazia, uma idéia de surpreendente originalidade começou a se formar em sua mente. Como várias outras grandes idéias, esta era essencialmente simples (embora a matemática para tratá-la não fosse assim). Hawking se perguntava o que aconteceria se um buraco negro pudesse, de algum modo, ser revertido. Aplicou então essa idéia ao universo como um todo. E se o universo em expansão não fosse mais do que uma enorme estrela que colapsa *em reversão*? O tempo desaparece *dentro* de um buraco negro: se esse processo fosse revertido, abarcaria a criação do tempo. Da mesma forma, isso aconteceria ao espaço. A matéria se originaria de um ponto infinitamente denso, mas sem dimensão. E esse ponto seria nada menos que o big bang — o próprio ato da criação.

A teoria da relatividade se aplicaria *em ambos os sentidos*. À medida que o campo gravitacional se intensificasse, o espaço-tempo, a matéria e a radiação se concentrariam. À medida que o campo gravitacional se expandisse e se debilitasse, o espaço-tempo se desprenderia e a matéria se espalharia. Hawking conseguiu demonstrar que deve ter havido, no passado distante, uma singularidade que originou o tempo. E se o universo parasse de se expandir e começasse a se contrair, finalmente explodiria e *terminaria* em uma singularidade — o famoso "*big crunch*". Já não se tratava do que acontecera antes do começo do universo ou do que iria acontecer depois que ele terminasse — pois nessas circunstâncias *não havia tempo*. O espaço também seria não-existente, assim como a matéria.

Hawking explicara como o universo se originou. Mostrara como o big bang de fato acontecera, como surgira de um buraco negro em reversão total. (Embora os soviéticos corajosamente continuassem a sustentar que não existiam os buracos negros e Hoyle obstinadamente prosseguisse na defesa da sua teoria do estado estacionário.) A notícia da surpreendente teoria de Hawking logo começou a se espalhar, recebendo amplo apoio, exceto entre os soviéticos e os defensores do universo plano. Hawking se firmara como estrela em ascensão no cenário cosmológico.

A cosmologia, no entanto, permanecia um mundo pequeno, e a fama de Hawking se

restringia a assuntos relacionados ao universo. No cenário mais vasto da academia de Cambridge, era meramente um gênio periférico (e um dentre muitos). A lenda, porém, começava a crescer. Os alunos de pós-graduação no edifício DAMTP haviam se habituado a encontrar a frágil figura de óculos com sua bengala, que rejeitava com rudeza todas as ofertas de ajuda. Com alguma freqüência, ficava de pé por intermináveis minutos, ofegando contra a parede, enquanto lutava para subir a escada. Quatro anos já haviam se passado desde que lhe tinham dado dois anos de vida e ele se via cada vez mais obrigado a recorrer a muletas, que detestava: elas não apenas o rotulavam como aleijado, mas pareciam também exauri-lo ainda mais.

No entanto, Hawking continuava sendo ele mesmo e seu corpo estava longe de ter-se tornado inútil. Em 1967, nasceu seu filho Robert e, apesar do estorvo das muletas, dedicava longas e árduas horas ao trabalho. Hawking estava cheio de entusiasmo pelo que fazia. Ironicamente, sentia-se mais feliz do que jamais fora antes da doença, e assim se manteve.

Nada disso, porém, teria sido possível sem a constante e altruísta ajuda de sua esposa Jane. A vida não era fácil ao lado de um “gênio mais ou menos humano”, com os problemas emocionais ligados à sua condição. Acessos de raiva não eram raros, e Hawking permanecia mais do que capaz de expressar toda a força de sua personalidade. Embora pudesse ser um gênio e um deficiente, insistia em ser tratado como ser humano. E, apesar das dificuldades, isso era ainda possível. Seu casamento não estava inteiramente dissociado de seu trabalho. Jane datilografava seus artigos a partir de suas notas ilegíveis ou anotava o que era ditado por sua voz cada vez mais fraca. Sua fala começava a degenerar-se em um sussurro indistinto.

Hawking realizava então uma parte cada vez maior de seu trabalho matemático mentalmente, praticando até atingir excepcional destreza para conciliar tudo isso. Pouco a pouco, habituou-se a comunicar seu trabalho intelectual apenas quando este estava plenamente desenvolvido. A capacidade de memória, de concentração e de organização mental exigida era notável. Para não falar da força de vontade necessária. E isso era apenas o trabalho de retaguarda. Para culminar, era preciso ser criativo e perspicaz para elaborar idéias originais de alta qualidade. E isso ele continuou a fazer.

À medida que a fama de Hawking continuou a se espalhar, ele atraiu para o DAMTP uma equipe de pesquisadores incrivelmente talentosos, que colaboravam com ele em seu permanente trabalho de investigação sobre os buracos negros. Em 1971, Hawking elaborou a idéia de que, após o big bang, haviam se formado vários “mini buracos negros”, de tal modo concentrados que continham um bilhão de toneladas de matéria, sem, no entanto, serem maiores do que um fóton, a partícula elementar em que a luz é emitida. Hawking mostrou que esses mini-buracos negros eram peculiares — devido à sua enorme massa e gravidade, eles obedeciam às leis da gravidade, no entanto suas dimensões minúsculas exigiam que também seguissem as leis da mecânica quântica. Isso sugeria que “no começo” essas duas explicações freqüentemente conflitantes poderiam ter constituído uma coisa só. Dava a entender que, talvez, em futuro não muito distante, seria possível desenvolver uma teoria global que desse conta da mecânica quântica e da relatividade. No entanto, por algum tempo, essas possibilidades sensacionais não eram sequer remotamente realizáveis.

Na verdade, dava-se exatamente o contrário. Uma singularidade produzida por um colapso

gravitacional significava a violação de todas as leis conhecidas da física. Choque, horror, depravação! Mas tendo em vista que esse fato ocorria dentro de um buraco negro, era inobservável; estávamos protegidos da visão dessa terrível obscenidade por uma espécie de "censura cósmica". No entanto, se as leis da física fossem violadas, isso significaria a impossibilidade de predizer o que poderia acontecer no futuro. O que mostrava que a ciência tinha, em seu interior, um imenso buraco.

Filosoficamente, a ciência defrontava-se então com duas possibilidades sensacionais e conflitantes — sendo que ambas podiam ser denominadas "o fim da ciência". Os mini-buracos negros sugeriam que um dia poderia haver uma teoria que explicasse tudo. Ao mesmo tempo, buracos negros mais comuns indicavam que o universo podia simplesmente não ser passível de explicação científica — em última instância, ele poderia não ser absolutamente científico. A ciência alcançara então o estágio filosófico definitivo. Estava vivendo perigosamente — o que se mostrava adiante era a possibilidade de que fosse consumada ou que explodisse de vez. O fim da ciência estava prestes a acontecer!

Mas, a ciência sabiamente tende a ignorar essas filigranas filosóficas. A despeito dessa morte iminente, Hawking e seus colegas cosmólogos persistiam em suas pesquisas. Talvez fosse impossível enxergar dentro dos buracos negros, onde as leis da física não mais se aplicavam, mas era sempre possível *conjecturar* sobre o que acontecia dentro desse território proibido. Sua origem tinha sido explicada — tratava-se agora de explicar sua existência contínua.

Do outro lado do Atlântico, Wheeler não apenas havia batizado os buracos negros, como formulara outra hipótese, que seria o teorema segundo o qual "um buraco negro não tem cabelo"[a], o que significava que um buraco negro logo alcança um estágio estacionário onde apenas três parâmetros se aplicam. A saber: massa, movimento angular e carga elétrica. Quando alguma coisa entra num buraco negro, apenas essas três entidades se conservam.

Por volta de 1974, Hawking e sua equipe conseguiram provar este teorema. (Comparar o "cabelo" às coordenadas projetadas das dimensões e outras fibras físicas aderentes, que são raspadas ao entrar no buraco negro — de modo que só "sem cabelo", carregada eletricamente, a massa móvel consegue penetrar.) Hawking mostrou como a relatividade podia explicar a hipótese de Wheeler. Era possível que as leis físicas fossem violadas dentro de um buraco negro, mas nesse interior não reinava uma completa anarquia.

Durante o ano acadêmico de 1974-75, Hawking aceitou um convite para passar um ano no Caltech, na Califórnia. Tratava-se do estabelecimento científico de maior prestígio da costa oeste dos Estados Unidos — onde o mais importante químico do século XX, Linus Pauling, havia trabalhado, agora abrigando um grupo de laureados com o Nobel. (Entre eles encontravam-se cientistas iluminados como o físico tocador de bongô Richard Feynman e Murray Gell-Mann, que era capaz de dar nome a suas descobertas a partir de uma citação de James Joyce ou de um texto budista.)

Hawking gostou da Califórnia e aproveitou a oportunidade para utilizar os potentes telescópios localizados em Mount Wilson, conseguindo desencorajar qualquer um de levá-lo à Disneylândia. Embora tivesse comprado um enorme poster de Marilyn Monroe, que se tornou o primeiro dos muitos adornos que iriam enfeitar seu gabinete em Cambridge.

Nessa época, a doença de Hawking havia chegado a um novo estágio, o qual, uma vez alcançado, prendeu-o a uma cadeira de rodas. Da mesma forma, sua voz começava a se deteriorar, reduzindo-se a um gemido praticamente, que somente colegas e amigos mais próximos eram capazes de compreender. Desafiando essas dificuldades cruciais, Hawking tornouse pai pela terceira vez, em 1979. Como um de seus amigos mais íntimos anunciou publicamente anos mais tarde, ao apresentar Hawking em uma conferência: "Conforme evidenciado pelo fato de que seu filho mais novo, Timothy, tem menos da metade da idade de sua doença, está claro que nem tudo em Stephen está paralisado!" A platéia gelou, num constrangimento ambíguo, mas a pequena figura retorcida na cadeira de rodas exibiu seu famoso e largo sorriso.

Aos 32 anos, Hawking tinha sido eleito um dos mais jovens membros da Royal Society em todos os tempos. Seguiram-se outros prêmios e honrarias. Segundo Jane, sua paciente esposa, essas recompensas eram "como o glacê sobre o bolo". Mas a vida com Hawking não era fácil para ela: "Acho que jamais conseguirei harmonizar em minha mente as oscilações do pêndulo que experimentamos nesta casa — na realidade, desde as profundezas de um buraco negro a todos os brilhantes prêmios."

Foi por volta dessa época que Hawking teve seu famoso "momento de eureca", que o colocou no caminho de sua mais importante descoberta. Certa noite, ao ir se deitar, começou a pensar sobre a superfície dos buracos negros. A insistência obstinada de Hawking em fazer tudo sozinho significava que ir para a cama todas as noites era um longo e laborioso processo — o que lhe propiciava bastante tempo para pensar enquanto fazia tudo que era necessário.

Hawking começou a ponderar sobre o que acontece aos raios de luz no horizonte de eventos de um buraco negro. Ele sabia que os raios de luz que formam o horizonte de eventos, a superfície do buraco negro, nunca conseguem se aproximar um do outro — porque são mantidos em suspensão, incapazes tanto de escapar quanto de serem sugados para dentro do buraco negro. Num lampejo súbito, compreendeu o que isso significava. *A área da superfície de um buraco negro jamais poderá diminuir*. Em outras palavras, mesmo se dois buracos negros combinassem, um não engoliria o outro. Ao contrário, a área total de sua superfície só poderia permanecer a mesma ou aumentar, jamais diminuir. Esse ponto pode parecer muito abstrato — sem ser particularmente estimulante ou significativo. No entanto, suas implicações iriam modificar toda a nossa noção do que viesse a ser um buraco negro. Hawking sentiu isso, e o entusiasmo daí decorrente tornou supérflua a árdua tarefa de ir para a cama. Passou a noite em claro.

Hawking compreendera que o comportamento da superfície dos buracos negros tinha misteriosa semelhança com a Segunda Lei da Termodinâmica. Ela afirma que a entropia (ou desordem) dentro de um sistema isolado permanecerá sempre a mesma ou aumentará, e se dois desses sistemas se juntam, sua entropia combinada será maior do que a soma das entropias anteriores.[b] Basicamente isso significa que se as coisas são abandonadas a elas mesmas, a desordem permanecerá igual ou aumentará. Não poderá jamais diminuir. (O próprio Hawking deu o exemplo de uma casa. Se você pára de fazer reparos, a desordem aumenta. Criar a ordem, ou reparar a desordem, exigirá uma carga complementar de energia.)

Essa lei explica por que certos processos são irreversíveis. Se deixamos um copo cair, os

cacos não poderão se juntar de novo — isso diminuiria sua entropia, se considerarmos o copo como um sistema separado. A entropia determina a direção que um processo irreversível deve seguir. De certa forma, indica a direção que o tempo deve seguir.

Por que, então, o comportamento dos buracos negros fazia eco à Segunda Lei da Termodinâmica? Podia isso significar que essa lei, de algum modo, se aplicava aos buracos negros — que antes tinham sido considerados entidades a que essas leis não mais se aplicavam?

Até então, os cálculos relativos aos buracos negros tinham sua base na relatividade, que explicava o comportamento dos corpos grandes. Os efeitos ocorridos no nível sub-atômico, que se conformavam à teoria quântica, tinham sido desconsiderados. Os efeitos sub-atômicos minúsculos não trariam contribuições ao se tratar magnitudes tão imensas quanto as estrelas colapsadas e os buracos negros. Hawking iria mostrar o quanto essa hipótese estava equivocada. A mecânica quântica propiciava uma pista vital à verdadeira natureza dos buracos negros.

Primeiramente é necessário entender um pouco de mecânica quântica. Uma das mais fundamentais e intrigantes noções de física quântica foi apresentada em 1927 pelo físico alemão Werner Heisenberg, quando tinha apenas 26 anos e já era um dos maiores expoentes da física quântica. A grande descoberta de Heisenberg foi o princípio da incerteza, que afirma que é impossível determinar simultaneamente a posição precisa e o *momentum* preciso de uma partícula.

Heisenberg sustentava que isso não pode ser obtido, mesmo na teoria, pois as próprias noções de posição precisa e velocidade precisa, consideradas juntas, não têm significado na natureza. (Isso de fato se aplica a *todas* as coisas na natureza, das partículas sub-atômicas às tartarugas gigantes e às galáxias — mas apenas do nível atômico para baixo as discrepâncias envolvidas tornam-se significativas.)

Uma simples ilustração disso nos é dada se tentarmos determinar a posição precisa de um elétron. Essa partícula é tão pequena que só pode ser detectada por algo com comprimento de onda suficientemente pequeno, como os raios gama. Mas quando esses raios atingem o elétron, eles afetam seu momentum de modo imprevisível. É impossível determinar a posição do elétron sem alterar seu *momentum*. E, quanto mais precisamente tentarmos determinar sua posição (usando ondas mais curtas), mais isso afetará seu *momentum*. Da mesma forma, quanto menos interferirmos em seu *momentum*, menos precisamente poderemos medir sua posição.

O que vale para as partículas também se aplica aos campos — que podemos considerar como sendo formados de partículas. O princípio de incerteza de Heisenberg oferece resultados surpreendentes quando aplicado ao espaço:

— O espaço também é um campo.

Mas como? Na realidade, o espaço é, por definição, vazio, um vácuo.

— De acordo com o princípio de incerteza de Heisenberg, isso simplesmente não pode acontecer.

Por que não?

— Mostramos que é impossível medir simultaneamente, com absoluta precisão, o valor de um campo e a razão na qual está variando. Isso vale tanto para os campos quanto para as

partículas.

E daí?

— Isso significa que nenhum campo pode medir precisamente zero. Isso seria uma medição *exata* tanto de seu valor quanto da razão com que varia. Impossível, de acordo com o princípio de incerteza. No entanto, se tivermos que ter espaço vazio, esse campo deve ser precisamente zero.

Não existe, então, o assim chamado espaço vazio?

— Precisamente. (Ou, talvez, quase precisamente!)

O que temos, então, em lugar disso?

— De acordo com o princípio de Heisenberg, mesmo no espaço, haverá sempre uma incerteza mínima.

Mas o que significa isso?

— Essa incerteza pode ser imaginada como uma oscilação minúscula que vai de um valor ligeiramente superior a zero a outro ligeiramente inferior a zero — mas nunca *efetivamente* zero.

E como acontece isso?

— Temos que explicar o que acontece da seguinte maneira. Não podemos ter nada; então, em lugar disso, temos pares de partículas virtuais, que explicam as oscilações para qualquer lado do zero.

Mas, o que são essas partículas virtuais e como elas explicam as oscilações?

— Os pares de partículas virtuais consistem em uma partícula e uma anti-partícula. Uma é positiva e a outra é negativa. Quando se juntam, uma anula a outra. Esses pares de partículas virtuais estão constantemente entrando e saindo da realidade, formando-se e aniquilando-se mutuamente. Isso explica as oscilações mínimas acima e abaixo de zero.

E o que tudo isso tem a ver com os buracos negros?

— Os buracos negros existem no espaço, o que significa que esse processo acontece ao redor de todos eles.

Hawking especulou sobre o que acontecia na superfície precisa de um buraco negro, o horizonte de eventos. Esse espaço também conteria pares de partículas virtuais, movendo-se rapidamente para a realidade. Mas antes que pudessem se aniquilar, seriam afetadas pelo buraco negro. O buraco negro atrairia a partícula negativa, ao mesmo tempo ejetando a partícula positiva, que escaparia sob a forma de radiação. O buraco negro estaria efetivamente emitindo radiação térmica, isto é, calor. Teria, portanto, uma temperatura mensurável.

Da mesma forma, a partícula de alta entropia caindo dentro do buraco negro provocaria o aumento de sua superfície. (Como vimos, a superfície do buraco negro se adapta ao raio de Schwarzschild, que depende da massa envolvida.) O aumento da superfície do buraco negro, por minúsculo que seja, determina um aumento da entropia do buraco negro. Mas, se o buraco negro tem entropia, isso também indica que ele deve ter uma temperatura.

Essa temperatura seria na realidade quase desprezível — meros milionésimos de grau acima do zero absoluto —, mas estaria inegavelmente lá. Hawking demonstrara que os buracos negros não eram "negros". Eles emitiam radiação — calor, como se fossem quentes.

As implicações disso transformaram toda a concepção dos buracos negros. Afinal, eles

não eram ilimitados tampões no universo, sob os quais a matéria, o espaço-tempo e as leis da física desapareciam. Os buracos negros podiam agora ser considerados objetos que existiam *dentro* do universo. Eles obedeciam à Segunda Lei da Termodinâmica. Tinham entropia, o que significava que tinham até mesmo tempo. Não eram mais invisíveis — podiam ser "enxergados" pelas leis da física.

Mas isso não era tudo. Associando a gravidade dos buracos negros e o comportamento das partículas virtuais, Hawking de fato juntara, pela primeira vez, a mecânica quântica e a relatividade.

Logo se espalhou a notícia de que Hawking formulara algumas idéias que "mudavam tudo". Como conseqüência, em fevereiro de 1974, foi convidado para falar em uma conferência em Oxford sobre o tema dos buracos negros. O evento fora organizado por John Taylor, que se considerava especialista em buracos negros. Após a apresentação dos demais conferencistas, Hawking foi levado em sua cadeira de rodas até a frente do palco e começou a falar com sua voz gemida, quase incompreensível. A platéia se esforçava para entender, mal conseguindo acreditar no que ouviam. Se o que Hawking estava dizendo era verdade, então aquilo de fato modificava tudo. Hawking concluiu com uma declaração ainda mais sensacional. Os buracos negros tinham tempo, tinham entropia, e essa entropia aumentava como qualquer outra. Isso queria dizer que, no final, os buracos negros evaporariam em radiação pura. Em outras palavras, no final, eles "explodiriam".

A platéia saudou a fala de Hawking com atordoante silêncio. Taylor, então, pôs-se de pé e declarou: "Sinto muito, Stephen, mas isso é uma tolice completa." Incapaz de conter sua fúria, girou sobre os calcanhares e, com passos largos, saiu da sala.

Um mês depois, Hawking publicou um artigo no qual esboçava suas descobertas. Foi publicado na *Nature*, sob o título "Explosões de buracos negros?" O artigo foi definido por David Sciama, antigo orientador e colaborador de Hawking, como "um dos mais belos da história da física". Foi aclamado como equivalente ao artigo sobre a relatividade geral, de Einstein. Sua importância, embora fundamental, não é exatamente da mesma magnitude — mas conseguiu de fato provocar reação antagônica semelhante naqueles que se recusavam a entendê-lo. Alguns meses depois, Taylor publicava irada resposta na *Nature*, ridicularizando a idéia de Hawking sobre os buracos negros em expansão. A batalha, no entanto, por essa época, estava virtualmente terminada. As idéias de Taylor, assim como a teoria do estado estacionário de Hoyle, já eram coisa do passado. O mundo científico não é imune à evolução. Também nele a sobrevivência dos mais capazes se aplica — ainda que esses, a princípio, não pareçam estar entre os melhores espécimes da natureza.

A doença de Hawking progredira então de forma alarmante. Já não conseguia andar, mesmo ajudado, e era obrigado a se locomover em uma cadeira de rodas motorizada. Era incapaz de se alimentar sozinho e, quando sua cabeça caía para a frente, sobre o peito, não era sequer capaz de levantá-la sozinho. Esses eram golpes psicológicos profundos para um homem orgulhoso e obstinado, que prezava sua independência. Mas havia aspectos ainda mais terríveis. Sua fala continuava a se deteriorar — mesmo aqueles mais próximos logo encontrariam crescente dificuldade para entender o que ele tentava dizer. Ao mesmo tempo, ele perdia rapidamente a faculdade de escrever. Seu cérebro atingira naquele momento o máximo de seu potencial — mas como iria comunicar seus pensamentos?

O que se podia esperar no entanto? Fazia já *quinze anos* que haviam dado a Hawking apenas dois anos de vida. Sua simples sobrevivência era milagrosa — quase tão milagrosa quanto as descobertas que ele continuava a fazer no campo da cosmologia. O vínculo entre esses dois fatos não era assim tão fortuito. Ambos indicavam qualidades excepcionais de intelecto e de vontade.

Em 1979, aos 37 anos, Hawking foi nomeado Lucasian Professor de matemática em Cambridge, o mais prestigioso posto do país nessa área — cátedra ocupada anteriormente por Isac Newton e mais tarde por Babbage, o pai do computador. Hawking sentiu-se profundamente honrado. Alguns meses mais tarde, quando se deu conta de que não assinara o livro, fez um enorme esforço para desenhar sua assinatura. Como ele próprio observou mais tarde: "Aquela foi a última vez que assinei meu nome."

Apesar das dificuldades, Hawking insistia em fazer parte da vida social de Cambridge. Ele e Jane iam a restaurantes, freqüentavam festas e o novo Lucasian Professor de matemática ganhou logo a reputação de anfitrião popular. Nada disso teria sido possível sem Jane, "uma mulher admirável", nas palavras de um amigo íntimo. "Ela cuida para que ele faça tudo o que uma pessoa saudável faria. Vão a todos os lugares e fazem de tudo." Sua maior mágoa era não poder brincar fisicamente com os filhos. Hawking também começou a usar seu novo prestígio para promover campanhas em favor dos deficientes. Sua natureza combativa encontrou uma saudável válvula de escape escrevendo cartas ao Conselho Municipal de Cambridge sobre assuntos como construção de rampas e rebaixamento das calçadas. Seu sucesso nessas campanhas proporcionou-lhe um prêmio de "homem do ano" da Real Sociedade de Deficiência e Reabilitação.

A ALS de Hawking talvez tivesse chegado a um ponto estacionário, mas muitos de seus colegas físicos teóricos sentiam que ele não duraria muito mais. O fim estava próximo. Hawking, como era característico, puxou o tapete desses amigos, com sua aula inaugural como Lucasian Professor, intitulada "O fim da física teórica encontra-se à vista?" A aula, assistida por uma enorme audiência, foi lida por um dos alunos de Hawking.

Nesse ponto, Hawking passou a se dedicar a um tema que se tornaria uma espécie de passatempo. Ou seja, uma "Teoria de Tudo", que propiciaria uma descrição unificada, consistente e completa de *tudo*. (Nesse caso, todas as partículas elementares e todas as interações físicas conhecidas no universo — resumidas em um conjunto de equações.) Isso também marcaria o "fim" da física teórica. Hawking admitiu que, depois, haveria "ainda muito a fazer", mas seria "como depois de conquistar o Everest".

Essa "explicação definitiva" revelou-se uma ilusão passageira. O primeiro dos filósofos gregos antigos, Tales de Mileto, que viveu no século VI a.C., estava convencido de tê-la encontrado (a água). E através dos séculos, desde então, filósofos e cientistas imaginam que a encontraram ou que estiveram a ponto de fazê-lo. Entre os candidatos incluíram-se: o fogo, o ar, os átomos, os axiomas da geometria, as mônadas, a gravidade, de novo os átomos, a linguagem lógica e muitos, muitos mais. Por ocasião de sua aula Lucasiana, Hawking achou que havia uma boa chance de uma Teoria de Tudo ser descoberta por volta do fim do século (ou seja, do XX). Chegou a sugerir um possível candidato em supergravidade N = 8. Suspeitara-se, por algum tempo, que uma forma de gravidade poderia ser a chave, uma vez

que a constante gravitacional (G) parecia determinar a estrutura do universo, sendo talvez proporcional à sua idade. Mas, no final, essa teoria demonstrou ser mais complexa que abrangente.

Hawking, desde então, reformulou sua opinião, passando a apoiar a Teoria da Supercorda, que afirma que os objetos fundamentais que formam o universo são objetos unidimensionais, assemelhando-se mais a cordas do que a partículas minúsculas. Supõe-se que esses *fettucini* infinitamente delgados tenham mais ou menos 10^{-35} metros de comprimento, podendo no entanto, unificar todas as partículas e forças conhecidas no *bolonhesa* definitivo. Ainda assim, Hawking agora admite que pelo menos vinte anos serão necessários para que a teoria da supercorda seja desemaranhada. Teremos então resolvido o problema final — será possível saber tudo.

Porém, vale a pena lembrar nesse momento as palavras de Wittgenstein, quando pensou ter chegado "à solução final dos problemas" da filosofia. Só então ele se deu conta "do pouco que se consegue quando esses problemas são resolvidos". Diferentemente da ciência, a filosofia atingiu a maioridade no século XX, com a constatação de que não existe verdade definitiva. Nem no sentido filosófico, nem no sentido científico. Tanto a ciência quanto a filosofia são apenas sistemas mediante os quais vivemos, *e nossa noção desses sistemas também evolui*, ao lado da nossa noção de verdade. Ambos os sistemas se baseiam em nossa noção de verdade. Ambos os sistemas se baseiam naquilo que nos é útil e se adaptam à forma como escolhemos ver o mundo. A supercorda definitiva é passível de não ser "mais verdadeira" do que o fogo ou os átomos. (Ou, por outro lado, parecerá *tão verdadeira* quanto aqueles pareceram em seu tempo.)

Desafiando a doença, Hawking ainda insistia em viajar. Começava então a se transformar numa personalidade científica internacionalmente famosa e estava decidido a ocupar seu lugar no cenário científico internacional. Visitou a Suíça, a Alemanha e a América. Sua condição física indicava que era cada vez mais obrigado a confiar em sua memória. Com a persistência típica, exercitou-a de maneira prodigiosa. Em um seminário no Caltech deixou os alunos perplexos ao ditar, de cor, uma equação de 40 termos. Infelizmente, o mago do quantum, Gell-Mann, estava presente e viu-se obrigado a declarar que, se *sua* memória estava correta, Hawking esquecera um termo. Ocorre que Gell-Mann estava certo. Onde há supergravidade e supercorda, também é provável que haja supermemória.

No começo dos anos 80, Hawking começou a ditar algumas idéias para um livro popular sobre cosmologia. Sua intenção era ganhar algum dinheiro para pagar a escola de sua filha. Em 1985, havia concluído o primeiro rascunho, decidindo prosseguir o trabalho nas férias de verão. Encontrava-se então num apartamento alugado em Genebra, sob os cuidados de uma enfermeira e um assistente de pesquisa, enquanto Jane aproveitava as férias viajando pela Alemanha. Nos intervalos da preparação de seu manuscrito, Hawking passava algum tempo no CERN, um estabelecimento de pesquisa nuclear europeu, que ficava nos arredores. Os gigantescos aceleradores de partículas ali existentes (alguns com vários quilômetros de circunferência) estavam produzindo novas e estimulantes informações sobre partículas subnucleares.

Certa noite, quando a enfermeira de Hawking foi observá-lo no quarto, às três da manhã,

na inspeção rotineira que fazia a cada meia hora, constatou que algo estava profundamente errado. Hawking estava com o rosto roxo e lutava para respirar. Um barulho, como se fosse um gargarejo, saía de sua garganta.

Levado às pressas ao hospital, Hawking foi imediatamente colocado no respirador. Os médicos verificaram que tinha a traquéia bloqueada e que sofria de pneumonia — ocorrência comum nos últimos estágios da ALS. Por um momento, pareceu que não sobreviveria até a manhã seguinte. Uma sucessão de telefonemas desesperados foi feita para a lista de números que Jane deixara; finalmente ela foi encontrada em Bonn, a 650 quilômetros de distância.

Quando Jane chegou, à tarde, Hawking estava fora de perigo, embora ainda ligado à máquina que o mantinha vivo. Ela se defrontou, então, com uma decisão angustiante. Hawking dependia de um respirador para respirar. Não havia praticamente chance de sobrevivência, a menos que fosse submetido a uma traqueotomia — operação que implicava a abertura da garganta e a colocação de um dispositivo que lhe permitisse respirar. O que salvaria sua vida, mas também significava que não voltaria a falar. Estaria ela querendo condenar ao silêncio um dos maiores cientistas da época pelo resto de seus dias? Jane decidiu que a vida de seu marido era mais importante do que qualquer coisa que ele tivesse para dizer, independentemente do quanto pudesse abalar o universo. Hawking foi operado e perdeu por completo a faculdade da fala.

De volta a Cambridge, os Hawking se viram obrigados a juntar os cacos. Daí para frente, ele iria precisar do tipo mais caro de enfermagem, vinte e quatro horas por dia, despesa que simplesmente não podiam custear. (O Serviço Nacional de Saúde sugerira que ele fosse confinado em um abrigo para incuráveis.) A única forma mediante a qual Hawking podia se comunicar era pestanejando e indicando com grande esforço algumas letras em um quadro que permanecia diante dele.

Jane começou a escrever cartas solicitando ajuda a organizações de caridade no mundo inteiro. Felizmente, uma instituição beneficente norte-americana logo ofereceu assistência financeira. A notícia da situação de Hawking espalhou-se pela comunidade científica. Como resultado disso, o especialista californiano em computadores Walt Woltosz enviou a Hawking um programa de computador que acabara de criar. O programa chamava-se Equalizer e permitia selecionar qualquer uma das 3.000 palavras constantes de um *menu* em uma tela. A configuração do computador foi adaptada à cadeira de rodas motorizada de Hawking por seu amigo David Mason, cuja esposa, Elaine, tornou-se uma de suas enfermeiras. O sensor dessa máquina podia ser acionado por meio de um interruptor manual que exigia o mínimo de movimentos do dedo (tudo que ele podia conseguir então). Quando uma frase tinha sido composta, era transmitida pelo sinterizador de voz.

Tudo isso exigia prática. Mas, em pouco tempo, um dos cérebros mais aguçados da época foi capaz de conseguir dez palavras por minuto. (Em outras palavras, a frase anterior lhe teria tomado perto de dois minutos, levando em conta os atalhos.) “Era um pouco lento”, comentou Hawking, “mas eu também pensava devagar, de modo que me servia muito bem.”

A verdade por trás dessas palavras não era tão agradável. Na realidade, ele odiava o sintetizador. Na gentil declaração de seus biógrafos Michael White e John Gribben: “Não soa tanto como um robô.” E nas palavras de Jane: “Houve dias em que senti que não poderia

continuar porque não sabia como lutar.”

Enquanto isso, Hawking continuava em sua busca científica do Santo Graal: “a explicação definitiva”. A fim de alcançá-la, seria necessário, de alguma forma, aglutinar as quatro forças conhecidas que até então tinham sido descobertas no universo.

Essas forças eram:

1. Gravidade. Controla a estrutura maior do universo, inclusive as galáxias, as estrelas e os planetas. (A gravidade, na realidade, tinha sido apresentada como candidata *prévia* ao título por Newton, no século XVII — substituindo o mecanismo do relógio, conforme proposta dos filósofos franceses e alemães da geração anterior.)

2. Eletromagnetismo. É a “cola” que mantém todos os átomos juntos. Também explica todas as reações químicas.

3. Força Nuclear Forte. Conserva juntos os nêutrons e os prótons no núcleo dos átomos e explica certas reações como a fissão e a fusão nucleares.

4. Força Nuclear Fraca. Responsável pelo decaimento radioativo do núcleo, quando as partículas alfa e beta são emitidas espontaneamente.

Essas quatro forças se separaram para se tornarem entidades distintas, quando o universo tinha menos de um nano-segundo. (Um nano-segundo equivale a um bilionésimo (10^{-9}) de segundo.)

Conforme vimos, as idéias que apóiam a Teoria de Tudo têm uma longa história (quase tão antiga quanto a da própria ciência). No entanto, a teoria na sua forma atual foi formulada no século XX — quando a teoria quântica e a relatividade transformaram nossa visão do universo. Naquela altura, pensava-se que apenas duas forças agiam sobre o universo: a gravidade e o eletromagnetismo.

Nos anos 20, partes do eletromagnetismo de Maxwell foram associadas à gravidade para formar a eletrodinâmica quântica, otimistamente denominada QED (sigla para *quod erat demonstrandum*, que significa “como queríamos demonstrar”, como aparece no final de uma prova geométrica bem-sucedida). A QED parecia ter sido criada para explicar tudo, de tal forma que, em 1928, o professor de física em Göttingen, o grande teórico alemão Max Born, chegou a anunciar: “A física, como sabemos, chegará ao fim em seis meses.”

Mas Born não precisava ter se preocupado, pois seu emprego estava garantido. Mais ou menos na época em que se obtivera base teórica suficiente para a QED (que, dessa forma, fora de fato demonstrada, QED), duas novas forças tinham sido descobertas. As forças nucleares forte e fraca tinham sido observadas operando em nível nuclear.

Os cientistas logo perceberam uma curiosa semelhança entre a força nuclear fraca e a força eletromagnética. Por volta dos anos 60, havia sido desenvolvida uma teoria matemática, conhecida como teoria eletrofraca, que descrevia essas duas forças em uma série de equações. Essa teoria prognosticava a existência de três partículas sub-nucleares até então desconhecidas (W^+, W^- e Z^o). Em 1983, essas três partículas foram devidamente descobertas no CERN, em Genebra, por meio do acelerador de partículas. Duas das quatro forças tinham nessa época se aglutinado, restando apenas três.

QED era nitidamente o objetivo do momento. Os físicos dedicaram-se então a desenvolver uma teoria semelhante, que incorporasse a força nuclear forte — que mantinha juntos os

prótons e os nêutrons do núcleo atômico.

Infelizmente, as partículas nucleares básicas, os prótons e os nêutrons, tinham sido divididas ainda mais. No Caltech, Gell-Mann descobrira que essas partículas elementares de fato consistiam em partículas ainda mais elementares. Com a erudição característica, ele as intitulou quarks, da citação críptica: "Três quarks para Muster Mark!" (Extraída do *Finnegans Wake*, de James Joyce, a obra-prima da modernidade que Gell-Mann gostava de ler em seu tempo livre e que é ainda mais difícil de entender do que o universo.)

Mais uma vez a areia começava a escorrer por entre os dedos dos teóricos, convencidos de que tinham tudo sob controle. Fazia-se necessária uma nova teoria para explicar como os quarks interagiam e essa teoria foi devidamente formulada (chamada QCD). Os teóricos então partiram rapidamente para a associação da QCD com a teoria eletrofraca, antes que mais alguma outra coisa pudesse ser descoberta. Formulou-se uma série de equações, depois denominada Teoria da Grande Unificação (GUT). Mas, essa GUT na realidade não unificava tudo, como se poderia supor. Na pressa, os teóricos pareciam ter esquecido tudo sobre a gravidade.

Hawking dedicou-se à terrível e difícil tarefa de tentar corrigir isso, chegando a um conjunto de equações que associasse a gravidade às outras forças fundamentais. Conforme declarou: "Se encontrarmos a resposta para isso, será o triunfo definitivo da razão humana — porque, então, teríamos chegado à mente de Deus." (O conhecimento dessa Entidade Indefinível, e de seu modo de agir, tem também uma longa história. Pitágoras foi o primeiro a estabelecer a lei segundo a qual a mente de Deus *tinha* que se conformar à matemática, no século V a.C.)

A caçada tinha sido iniciada. Por onde começar, no entanto? A Supergravidade N = 8 fora descartada, por ser de uso demasiado difícil, na medida em que postulava a existência de 154 tipos diferentes de partículas elementares (dos quais menos de três dúzias foram, no entanto, descobertos). Constatou-se que até mesmo o cálculo mais simples, que utilizasse a capacidade total dos computadores, levaria quatro anos para ser executado.

A teoria da supercorda ocupou então o lugar de suspeito número um, mas logo começou a gerar complexidades perturbadoras, que incluíam não menos de 26 dimensões. (Para resolver essa impossibilidade aparente, cada ponto do espaço deve ser visto como um nó espacial de 22 dimensões, de tal forma retorcido e compactado que só se torna perceptível com menos de 10^{-13} (dez trilionésimos) de centímetro.) E como se isso não bastasse, também surgiu a Teoria do Buraco de Minhoca (Teoria do *Wormhole*),[c] segundo a qual os buracos negros desaparecem dentro de outros universos, onde reaparecem como buracos brancos colocando para fora tudo aquilo que engoliram. (Felizmente, essa teorização, que foi muito além do que devia, foi contida. Os buracos brancos, parece, eram um buraco distante demais. Mas a Teoria do Buraco de Minhoca, como tal, continua a perfurar o queijo de múltiplos universos.)

Um pouco tarde demais. A despeito de vãs tentativas de simplificação, muitos descartaram a idéia de a Teoria da Supercorda poder se transformar na Teoria de Tudo. Na realidade, alguns cientistas começaram a se indagar sobre a possibilidade de toda a pesquisa ser em vão — embora ainda tenham de atingir o estado de resignação alcançado pelos filósofos. A ciência não desistirá tão facilmente.

Perseverança ou obstinação? Segundo os cientistas, uma TOE (ou GUT) será certamente descoberta um dia. Existe apenas um obstáculo. Salvo milagre, será provavelmente tão complicada que se tornará incompreensível. (Caso em que voltaremos ao ponto de partida.)

Mas milagres acontecem. Em 1987, Hawking afinal concluiu seu livro de divulgação científica sobre cosmologia e ele foi aceito pela Bantam Press. O título completo do livro era *Uma breve história do tempo: do big bang aos buracos negros* e foi publicado em 1º de abril de 1988. A Bantam jamais publicara antes um livro sobre ciência, mas o interesse pela cosmologia estava crescendo. Eles "esperavam confiantemente" que o livro de Hawking ultrapassasse a marca dos cinco dígitos.

O resto é história. *Uma breve história do tempo* foi um sucesso imediato e retumbante. Em dez anos, seria traduzido em trinta línguas e venderia seis milhões de exemplares em todo o mundo. O motivo, ninguém sabe de fato. Todos os tipos de teorias foram formulados. Todos sentiam que deveriam saber um pouco de ciências e aquela era sua chance de comprar (quem sabe ler) um bom livro popular sobre o assunto, escrito pelo melhor no assunto. Dava um ar intelectual popular à mesa do café. Era o presente perfeito de Natal/aniversário/agradecimento para pais/netos/sobrinhos/tios, a geração aparentemente iletrada que parecia interessada apenas em barulho e computadores. Era de fácil leitura; era ideal para entregar à guisa de prêmio. Havia necessidade de um novo Einstein. As mulheres ofereciam aos homens. As mulheres o liam (mesmo se os homens não)... As teorias abundavam e os pesquisadores de mercado ficaram desvairados. (Queriam descobrir como fazer o *próximo*.)

Havia um ponto em que todos concordavam. As pessoas compravam o livro, mas não o liam de fato. Estavam ocupadas demais, cansadas demais, tinham coisas melhores para fazer etc. O que não é verdade. De todos os milhões de exemplares vendidos, pelo menos alguns poucos foram lidos do início ao fim. O impacto sobre aqueles (principalmente jovens) que conseguiam chegar à página 182 era enorme. Não seria exagero dizer que esse livro criou uma nova geração de cientistas. Futuros ganhadores do Prêmio Nobel se lembrarão: "Então, um dia li *Uma breve história do tempo* e soube o que queria fazer." É dessa forma que esse livro transforma o mundo.

Mas, e o livro em si? Para começar, é muito agradável de ler. E, desnecessário dizer, é bem elaborado. Os conceitos são obviamente difíceis, e difíceis de serem simplificados sem que se tornem simplistas. Hawking consegue isso. Uma amostra dos títulos dos capítulos indica a que ele se refere: O universo em expansão, Buracos negros, A origem e o futuro do universo, A unificação da física.

O livro conclui com o exame de algumas questões filosóficas — ao mesmo tempo castigando os filósofos "que não foram capazes de acompanhar o progresso das teorias científicas". Os devaneios de Hawking podem desaparecer dentro de alguns buracos negros filosóficos, mas são interessantes e relevantes. Essa é a forma de *pensar* de um cientista moderno que atingiu os limites de seu campo de atividade. As poucas hipóteses filosóficas formuladas pelos cientistas modernos podem ser frágeis ou apenas simplesmente equivocadas — mas são *utilizadas* e são *produtivas*. Elas geraram a maior parte do mais refinado pensamento de nossa era. Será, então, que a filosofia tem importância para a ciência?

Hawking parece pensar que sim — definitivamente.

Na conclusão de *Uma breve história do tempo*, Hawking discute temas como a natureza de Deus e as teorias unificadas (Teorias de Tudo). Não é questionado, nem sequer considerado relevante, se essas duas entidades problemáticas existem ou não. (Hawking acredita profundamente nas últimas, mas não no primeiro.) No entanto, ele coloca uma questão filosófica fundamental: "O enfoque usual da ciência a respeito da construção de um modelo matemático não consegue responder a pergunta sobre a necessidade de um modelo para descrever o universo." (Wittgenstein, filósofo que Hawking particularmente despreza, trouxe à baila esse tema, de forma mais sucinta, há mais ou menos 70 anos: "Não é *como* as coisas existem no mundo que é místico, mas *que* ele exista".)

Hawking indaga: "Será tão imperiosa a teoria unificada, que determine sua própria existência?" Eis outra idéia que dificilmente pode ser considerada nova. Os filósofos medievais argumentavam que a idéia de perfeição deve incluir a idéia da existência, afirmando que essa era uma prova da existência de Deus. No universo de Hawking (ou universos: plural impossível, mas aparentemente necessário) não existe muito espaço para Deus, embora Ele tivesse feito uma opção ao criar o universo, ainda que essa opção se reduzisse a uma não-opção — porque o universo *tinha* que ser criado e tinha que ser criado da maneira como foi criado. Por quê? "Pode ser que exista apenas uma ou um pequeno número de teorias unificadas completas, como a teoria da corda heterótica, coerentes em si mesmas e admitindo a existência de estruturas tão complicadas como os seres humanos que podem pesquisar as leis do universo e fazer perguntas sobre a natureza de Deus." Essa teoria é unificada da mesma forma que uma serpente engolindo seu próprio rabo.

Após a publicação de seu best-seller, Hawking foi rapidamente transformado em celebridade. O homenzinho na cadeira de rodas motorizada era apontado como um dos expoentes de Cambridge. Quando se encontrava lá, vale dizer. Pois Hawking era então super-requisitado em todo o mundo. Viagens ao exterior e homenagens eram freqüentes. Jane tinha então um emprego como professora, que a mantinha em Cambridge durante o período letivo, de forma que Hawking era acompanhado por sua enfermeira, Elaine Mason. A postura de Jane tinha mudado. A TV realizou um filme sobre Hawking chamado *Senhor do Universo*. Jane sentiu que seu papel era "simplesmente dizer-lhe que ele não era Deus".

O desfecho talvez fosse inevitável. Em 1990, o casamento de Jane e Stephen Hawking terminou. Hawking mudou-se para um apartamento com sua enfermeira Elaine, ainda casada com seu amigo David Mason, o engenheiro em computação.

Era impossível evitar a amargura. Ninguém (ou seja, todos) podia ser responsabilizado. Era tudo muito científico: quanto mais complexa a situação se tornava, mais difícil se fazia explicá-la. No entanto, não existe teoria unificada para as emoções humanas. (Talvez a Teoria de Tudo venha a ser a teoria de tudo, exceto daquilo que interessa.)

Da supercorda à lantejoula. Em 1990, Hawking viu-se em Hollywood, onde conheceu Steven Spielberg. Um admirava a obra do outro. Spielberg prometeu produzir um filme sobre *Uma breve história do tempo*. Hawking sugeriu que se chamasse *De volta ao futuro 4*. Combinaram permanecer em contato.

A filmagem começou finalmente perto de Londres, nos Estúdios Elstree, que montaram

uma reprodução meticulosa do gabinete de Hawking no DAMTP. De volta a Cambridge, descansando como qualquer outro ator, Hawking começou a refletir sobre suas chances de ganhar um Oscar: "Melhor papel coadjuvante do Universo". Mas, lamentavelmente, os estúdios do universo onde ele trabalhava o qualificavam apenas para um mero Nobel (uma espécie de Oscar para quem não se sai bem no mundo *real*). Hawking, é óbvio, estava bastante interessado no Prêmio Nobel. (Ele ocupa o maior espaço no índice de *Uma breve história do tempo*.) Mas suas chances de ganhá-lo são de fato remotas.

Por quê? Como em qualquer de atividade científica, são muitas as teorias. Segundo uma delas, Alfred Nobel, o magnata sueco que criou o prêmio, foi enganado por um cosmólogo. A partir daí, decretou que seu prêmio seria aberto a todos os cientistas, *exceto* os cosmólogos. Ainda assim, o prêmio de física foi algumas vezes dado a cosmólogos. Outra regra, porém, mais explícita, dispõe que os prêmios científicos devem ser atribuídos à ciência. Naqueles primeiros dias da virada do século XX, quando Nobel criou seu prêmio, a ciência se limitava àquilo que pudesse *provar*. E isso tinha que ser feito por observação ou experimentação — argumentos teóricos confusos não eram considerados suficientes. O trabalho de Hawking não pode ser provado. ("Eu estava lá, eu vi o começo do universo.") De fato, a ciência ainda é incapaz até de provar a existência de buracos negros.

Não é por acaso que Hawking trabalha no Departamento de Matemática Aplicada e Física Teórica. Se seu trabalho fosse provado, poderia se tornar prático e ele perder seu gabinete. Foi nesse gabinete que Hawking levou a cabo boa parte de suas mais profundas reflexões (com o aviso de "Silêncio, por favor, o chefe está dormindo" pendurado na porta). Talvez seja esta a melhor maneira de descrevê-lo. Uma figura pequena, enterrada em uma cadeira de rodas motorizada, com sua tela de computador, seu espelho, fios complexos e cliques dos engenhos mecânicos. Hawking em silêncio combina pequenos cálculos com vastas teorias. Sobre a mesa em frente, outra tela de computador e pilhas de papel. Mais além, o grande pôster de Marilyn Monroe olha para baixo, com ternura, para seu protegido intelectual. Perdido nesse ambiente, Hawking confronta sua mente com os limites do universo. De vez em quando, um assistente ou uma enfermeira entra e sai, silenciosamente, sem ser notado.

Às quatro horas em ponto, todos os dias, encena-se um ritual. A hora do chá. Hawking é levado em sua cadeira até o salão comum, onde fotografias de antigos Lucasian Professors revestem as paredes. Nesse local, trocas vigorosas acontecem entre os jovens pesquisadores reunidos. A aparência desse grupo já foi comparada a "uma banda de rock em um mau dia" e sua linguagem é igualmente incompreensível aos seres humanos normais. A figura central desse grupo se senta em sua cadeira de rodas usando um babador. Uma enfermeira segura seu copo e mantém uma das mãos em sua testa, controlando sua cabeça para que ele possa beber. Seus óculos deslizam pelo nariz e seus lábios frouxos sugam ruidosamente o chá, enquanto vozes jovens discutem calorosamente em torno dele. Algumas vezes a conversa se interrompe e um componente do grupo escreve uma fórmula matemática no tampo de fórmica da mesa. ("Quando queremos conservar alguma coisa, tiramos xerox da mesa", disse Hawking certa vez a um visitante.)

De vez em quando, o grupo se volta para a pequena figura na cadeira de rodas, e ele digita uma resposta que ressoa na voz debilitada do sintetizador. Alguém faz um comentário de mau

gosto, típico dos estudantes, e a figura na cadeira de rodas irradia seu famoso sorriso largo. Ele está em seu elemento: o centro de seu próprio universo matemático, já matéria de lenda.

---

[a] Foi a maneira bem-humorada de Wheeler descrever o processo no qual, uma vez o buraco negro tenha se estabilizado, as únicas quantidades que podem ser alteradas são: a massa, a carga elétrica e o spin (movimento angular). (N.R.)

[b] A área da superfície do horizonte de eventos de um buraco negro exibe a propriedade de sempre aumentar quando matéria ou radiação adicionais caírem no buraco. Além disso (daí a semelhança com a segunda lei da termodinâmica), se dois buracos negros colidirem para formar um único, a área da superfície do novo horizonte de eventos é maior do que a soma das áreas que os buracos tinham antes de colidirem. (N.R.)

[c] Também chamado de buraco de verme e/ou ponte de Einstein-Rosen. (N.R.)

GRANDES MOMENTOS DA HISTÓRIA DO UNIVERSO

. . . .

Há aproximadamente 15 bilhões de anos	Big Bang
10^{-43} segundos depois	A força gravitacional se separa como entidade distinta das forças combinadas do universo
10^{-36} segundos	O universo tem o tamanho de uma ervilha Temperatura de 10^{28}ºC
10^{-35}	A força eletromagnética se separa como entidade distinta
10^{-12} segundos	Começa a expansão O universo é predominantemente formado por radiação
10^{-10}	A força nuclear fraca se separa da força eletromagnética
1 segundo	A temperatura cai para 10^{10}°C
5 segundos	Formação do primeiro núcleo
1.000 anos	Predominância da matéria sobre a radiação
1.000.000 de anos	Formação dos primeiros átomos
1 bilhão de anos	Surgimento das primeiras galáxias
5 bilhões de anos	Surgimento da galáxia da Via Láctea
10 bilhões de anos	Surgimento do Sistema Solar
14.999 bilhões de anos	Surgimento dos hominídeos na Terra
15 bilhões de anos	Surgimento de Stephen Hawking
20 bilhões de anos?	O universo atinge a expansão máxima
35 bilhões de anos?	Proliferação incrivelmente rápida de singularidades (buracos negros)
40 bilhões de anos?	O *Big Crunch*

Leitura sugerida

. . . .

Stephen Hawking: *Uma breve história do tempo* (Rio de Janeiro, Rocco) — O best-seller no qual Hawking explica o universo para o mundo.

Stephen Hawking (org.): *A Brief History of Time: A Reader's Companion* (Londres, Bantam) — A história de Hawking segundo palavras de amigos, da família e dele mesmo.

Michael White e John Gribben: *Stephen Hawking: a Life in Science* (Londres, Penquin) — O texto que mais se aproxima de uma biografia ampla.

Gerard Kraus: *Has Hawking Erred? An Appraisal of "A Brief History of Time"* (Janus) — O ponto de vista oposto.

Stephen Hawking: *Black Holes and Baby Universes and other essays (Londres, Bantam) — As últimas novidades sobre o tempo, o universo etc.*

FILÓSOFOS

em 90 minutos

. . . .

por Paul Strathern

Aristóteles em 90 minutos
Berkeley em 90 minutos
Bertrand Russell em 90 minutos
Confúncio em 90 minutos
Derrida em 90 minutos
Descartes em 90 minutos
Foucault em 90 minutos
Hegel em 90 minutos
Heidegger em 90 minutos
Hume em 90 minutos
Kant em 90 minutos
Kierkegaard em 90 minutos
Leibniz em 90 minutos
Locke em 90 minutos
Maquiavel em 90 minutos
Marx em 90 minutos
Nietzsche em 90 minutos
Platão em 90 minutos
Rousseau em 90 minutos
Santo Agostinho em 90 minutos
São Tomás de Aquino em 90 minutos
Sartre em 90 minutos
Schopenhauer em 90 minutos
Sócrates em 90 minutos
Spinoza em 90 minutos
Wittgenstein em 90 minutos

Título original:
Hawking and Black Holes

Tradução autorizada da primeira edição inglesa
publicada em 1997 por Arrow Books,
de Londres, Inglaterra

Jorge Zahar Editor Ltda.
rua Marquês de São Vicente 99, 1º andar
22451-041 Rio de Janeiro, RJ
tel (21) 2529-4750 / fax (21) 2529-4787
editora@zahar.com.br
www.zahar.com.br

Ilustração da capa: Lula

ISBN: 978-85-378-0578-7

Arquivo ePub produzido pela **Simplíssimo Livros**
